

Simulação dos componentes do balanço hídrico em diferentes estratégias de irrigação para a cultura do milho

Ana Rita Costemaro Parizi¹; Adroaldo Dias Robaiana²; Marcia Xavier Peiter²; Fátima Cibele Soares³

¹Eng^a Agrícola, Prof^a Adjunto, Instituto Federal Farroupilha – Campus de Alegrete, Alegrete-RS; ²Eng. Agrônomo, professores da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS; ³Eng^a; Agrícola, prof^a Adjunta, curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Pampa – Campus de Alegrete, Alegrete-RS, fone (55)8117-7002, fatimasoares@unipampa.edu.br;

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: Modelos de simulação de produção de culturas, sob diferentes estratégias de irrigação, permitem obter informações possíveis, que em experimentos de campo demandariam tempo e recursos. O presente trabalho propõe uma simulação dos componentes do balanço hídrico para a cultura do milho. Foi desenvolvido um modelo físico que constou de diferentes estratégias de irrigação (0%, 20%, 40%, 60%, 80% e 100% da evapotranspiração da cultura - ETc). O experimento foi conduzido em área experimental da Fazenda Liberdade, Santiago, RS, durante a safra 2008/2009, utilizando de um sistema de irrigação por aspersão convencional. Foram coletados parâmetros de solo, clima e planta a fim de testar e calibrar um modelo matemático. Após calibração simulou-se outras estratégias de irrigação (25%, 50%, 75% e 100% da ETc) e frações de chuva, obtendo-se valores dos componentes do balanço hídrico para cada uma das estratégias simuladas. Observou-se que as diferentes estratégias de irrigação simuladas e as diferentes frações de chuva influenciaram nos componentes do balanço hídrico. O aumento nas lâminas de irrigação e frações de chuva, ocasionou aumento no armazenamento de água no solo, no entanto, aumenta também as perdas por escoamento superficial, evaporação pelo solo, transpiração pelas plantas e drenagem.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays* L., modelagem, manejo de irrigação .

Simulation of the water balance components in different irrigation strategies for corn

ABSTRACT: Models of simulation of production of crops, under different irrigation strategies, allow obtaining possible information, which in field experiments would demand time and resources. The present work proposes a simulation of the components of the water balance for corn. A physical model was developed consisting of different irrigation strategies (0%, 20%, 40%, 60%, 80% and 100% of the crop evapotranspiration - ETc). The experiment was conducted in an experimental area of Fazenda Liberdade, Santiago, RS, during the 2008/2009 crop cycle, using a conventional sprinkler irrigation system. Parameters of soil, climate and plant were collected in order to test and calibrate a mathematical model. After calibration, other irrigation strategies (25%, 50%, 75% and 100% of the ETc) and fractions of rainfall were simulated, obtaining values of the components of the water balance for each of the simulated strategies. It was observed that the different irrigation strategies simulated and the different fractions of rainfall influenced the components of the water balance. The increase in irrigation depths and fractions of rainfall, caused an increase in water storage in the soil, however, it also increases the losses by surface runoff, evaporation from the soil, transpiration by plants and drainage.

ocasionou aumento no armazenamento de água no solo, no entanto, aumenta também as perdas por escoamento superficial, evaporação pelo solo, transpiração pelas plantas e drenagem.

KEYWORDS: *Zea mays* L., modeling, irrigation manage.

INTRODUÇÃO: O balanço hídrico de uma cultura é definido como a contabilização das entradas e saídas de água num dado volume de solo, durante certo período de tempo (LIBARDI, 2000). Para FERRAZ (1972), a variação da quantidade de água (AS) em um solo cultivado, é determinada pela soma algébrica das quantidades recebidas nos processos de precipitação (P), irrigação (I) e ascensão capilar (+Qz) e perdas nos processos de escoamento superficial (R), evaporação do solo (ES), extração de água pelas raízes das plantas ou transpiração real (TR) e drenagem profunda (-Qz). O conhecimento da quantidade de água disponível no solo favorece o planejamento agrícola de uma determinada região, desta forma, o balanço hídrico permite uma visão ampla deste cenário (SANTOS, HERNANDEZ & ROSSETTI, 2010). No entanto, a obtenção do balanço hídrico a campo é um processo oneroso, no que se refere a precisão dos parâmetros envolvidos, tempo e recursos. Para suprir este esforço, modelos de simulação são utilizados como ferramenta de grande potencial, permitindo o estudo e o entendimento do conjunto, estimando o desempenho da cultura em diferentes áreas e situações (SOLER et al., 2001). No que se refere a cultura do milho, BERGONCI et al. (2001) relatam a alta variabilidade temporal da produtividade de grãos, causada principalmente por variações nos elementos climáticos. Para atender a demanda hídrica em períodos de estiagem, a técnica da irrigação vem ganhando cada vez mais espaço, sendo que, para sua utilização eficiente, a adequação no manejo do sistema é fundamental, o que pode ser realizado pelo balanço hídrico. Com base no exposto, o presente trabalho propõe uma modelagem dos componentes do balanço hídrico para a cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS: Para realização da simulação dos componentes do balanço hídrico, conduziu-se um experimento de campo com a cultura do milho utilizando-se irrigação por aspersão convencional (modelo físico). O experimento foi desenvolvido no ano agrícola 2008/2009 em área experimental da Fazenda Liberdade, município de Santiago, RS. O modelo físico utilizado validar o modelo matemático e foi constituído de seis lâminas (tratamentos) de irrigação. O delineamento adotado foi inteiramente casualizado, com três repetições por tratamento. Os tratamentos foram definidos como: 0% (Tratamento 0 – T0), 20% (Tratamento 1 - T1), 40% (Tratamento 2 - T2), 60% (Tratamento 3 – T3), 80%, (Tratamento 4 – T4), e 100% (Tratamento 5 – T5), da evapotranspiração da cultura (ETc) calculada com auxílio de dados de evaporação medidos em tanque classe A e aplicada em turno de rega fixo de sete dias. Foram obtidos dados de dados relativos às condições meteorológicas em uma estação meteorológica automática próxima ao experimento e parâmetros físico-hídricos do solo para calibrar, testar e validar o modelo matemático, que levou em consideração as características do solo, da atmosfera e da planta para acompanhar a extração de água no solo. O modelo matemático do sistema levou em consideração as características do solo, da atmosfera e da planta para acompanhar a extração de água no solo e a resposta da produção da cultura sob diferentes estratégias de irrigação. . O sistema solo-planta-atmosfera e o manejo de irrigação foram tratados como partes inter-relacionados e devido a esta interação, o modelo apresentou uma visualização de dois componentes básicos: o fluxo de água no solo e a resposta da produção da planta. Para o fluxo de água no solo, um conjunto de equações não lineares de água no solo foi resolvido numericamente pelo método das diferenças finitas com o auxílio de funções ajustadas das características físico hídricas do solo. Foi utilizada a equação de Richards (1931) para descrever as variações no conteúdo de

água no solo, incluindo o termo representativo da transpiração TR (z, t) ou extração de água pelas raízes.

$$\frac{\partial \Psi}{\partial t} C(\Psi) = \frac{\partial}{\partial z} k(\Psi) \cdot \frac{\partial \Psi}{\partial z} + k(\Psi) - TR(\Psi, z, t) \quad (1)$$

Em que: C (Ψ), é a capacidade específica, representada pela derivada da umidade em função da pressão $\frac{\partial \theta}{\partial \Psi}$ e TR (z,t) é a transpiração da planta na profundidade z e no tempo t. O fluxo de água no solo consistiu na variação do conteúdo da água no solo devido aos processos de entrada no solo baseado na equação do balanço hídrico.

$$AS = P + I - R - (ES + TR) \pm QZ \quad (2)$$

Em que: AS é a variação da quantidade de água, determinada pela soma algébrica das quantidades recebidas nos p nos processos de escoamento superficial (R), evaporação do solo (ES), extração de processos de precipitação (P), de irrigação (I) e ascensão capilar (+QZ) e perdas água pelas raízes das plantas ou transpiração real (TR) e drenagem profunda (-QZ). Como componentes básicos do fluxograma tem-se: a leitura dos dados e condições iniciais, a leitura dos dados diários de entrada, estimativa da evaporação e transpiração máximas (condição de contorno superior), estimativa da profundidade e estimativa do sistema radicular, leitura da condição de contorno inferior, solução da equação diferencial com estimativa da extração da água pelas raízes e a impressão dos valores diários de saída, $\theta(z, t)$, TR (θ), q (o, t) e q (L, t); o termo q (o, t), sendo a evaporação do solo e q (L, t) a drenagem ou ascensão capilar na profundidade considerada para balanço da água no solo. A resposta da cultura consistiu na produção de grãos e matéria seca sob diferentes estratégias de irrigação utilizadas. O modelo foi calibrado com o Tratamento - T0 físico e foi testado com os demais tratamentos (T1, T2, T3, T4 e T5) físicos obtendo-se variações menores do que 5% para a produção de grãos e matéria seca quando comparadas com valores simulados pelo modelo. Desta forma, realizou-se a simulação de diferentes estratégias de irrigação (diferentes do modelo físico), considerando diferentes frações de chuva (considerando-se a precipitação ocorrida durante o modelo físico).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Tabela 1 apresenta os valores encontrados para os componentes do balanço hídrico nas diferentes estratégias de irrigação estudadas para a cultura do milho. Para efetuar a simulação do balanço hídrico, considerou-se o perfil de solo de 0,50 m, por ser a profundidade média aproximada, onde se encontrava o maior volume de raízes. Foram levados em consideração os valores de capacidade de campo (CC) e ponto de murcha permanente (PMP) obtidos na curva de retenção.

Tabela 1 – Valores simulados dos componentes do balanço hídrico (mm) em diferentes estratégias de irrigação para a cultura do milho.

Fração de Chuva (%)	I (%)	P (mm)	I (mm)	R (mm)	ES (mm)	TR (mm)	- QZ (mm)	ETR (mm)	AS (mm)	CC %
100	0	347	0,0	66	167,8	231,7	14,1	399,5	83,4	55,6
	25	347	54,3	66	197,6	253,4	16,3	451,0	84,0	56,0
	50	347	108,6	66	210,4	275,1	21,3	485,5	98,8	65,9
	75	347	162,9	66	218,2	290,1	28,9	508,3	122,7	81,8
	100	347	217,2	66	223,5	297,1	39,6	520,6	154,0	102,7
75	0	289,1	0,0	20,6	150,5	201,2	10,3	351,7	77,1	51,4
	25	289,1	54,3	20,6	180,9	223,4	11,4	404,3	77,7	51,8
	50	289,1	108,6	20,6	195,1	247,5	14,0	442,6	91,1	60,7
	75	289,1	162,9	20,6	204,3	268,4	18,6	472,7	110,7	73,8
	100	289,1	217,2	20,6	211,0	282,7	25,9	493,7	136,7	91,1

50	0	198,2	0,0	8,3	117,0	151,4	8,2	268,4	71,6	47,7
	25	198,2	54,3	8,3	148,3	173,8	8,5	322,1	71,9	47,9
	50	198,2	108,6	8,3	164,4	199,3	9,4	363,7	83,7	55,8
	75	198,2	162,9	8,3	175,6	222,8	11,1	398,4	101,6	67,7
	100	198,2	217,2	8,3	184,1	242,9	14,4	427,0	124,0	82,7
25	0	101,6	0,0	1,7	77,7	97,5	7,9	175,2	68,5	45,7
	25	101,6	54,3	1,7	109,5	119,9	8,0	229,4	68,5	45,7
	50	101,6	108,6	1,7	126,9	146,7	8,3	273,6	78,3	52,2
	75	101,6	162,9	1,7	139,5	171,6	9,1	311,1	94,3	62,9
	100	101,6	217,2	1,7	149,2	193,8	10,8	343,0	115,0	76

As diferentes estratégias de irrigação simuladas e as diferentes frações de chuva influenciaram nos componentes do balanço hídrico. A precipitação e o escoamento superficial mantiveram-se constantes em cada fração de chuva analisada, mas aumentaram à medida que aumentou a fração de chuva. Já a irrigação, evaporação do solo, transpiração e drenagem aumentaram à medida que aumentou a estratégia de irrigação e a fração de chuva.

Verifica-se a elevada precipitação ocorrida em 100% de chuva (precipitação ocorrida no experimento de campo). O valor de 347 mm ocorrido foi aceitável por vários autores, para a obtenção da produção satisfatória da cultura do milho. No entanto deve-se levar em consideração as características climáticas ocorridas, como mencionado Doorenbos & Kassam (1994).

O aumento nas lâminas de irrigação e frações de chuva, ocasionaram em aumento no armazenamento de água no solo. As estratégias de irrigação de 0% e 25% expressaram semelhança no armazenamento de água, sendo que as demais responderam em acréscimos no armazenamento. Isto pode ser observado também nos valores de CC (%) necessária para elevar a umidade do solo à capacidade de campo, os quais responderam da mesma forma. As menores frações de chuva e de irrigação ocasionaram baixa disponibilidade de água as plantas, com relação a CC.

CONCLUSÕES: As diferentes estratégias de irrigação (EI) influenciam nos componentes do balanço hídrico; o aumento no total de água aplicada aumenta o armazenamento de água no solo, no entanto, aumenta também as perdas por escoamento superficial, evaporação pelo solo, transpiração pelas plantas e drenagem.

REFERÊNCIAS:

- BERGONCI, J. I. et al. Eficiência da irrigação em rendimento de grãos e matéria seca de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 7, p. 949-56, 2001.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Roma : FAO, 1979. 306p. (FAO. Irrigação e Drenagem, 33).
- LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. Piracicaba: ESALQ/ESALQ, 1995, 497 p.
- SANTOS, G.O; HERNANDEZ, F.B.T.; ROSSETTI, J.C. Balanço hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para a região de Marinópolis, noroeste do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.4, n°. 3, p.142–149, 2010.
- SOLER, C. T.; FOLEGATTI, M. V.; FARIA, R. T. de. Uso do modelo CERES-Maize para identificação de características genéticas desejáveis e de práticas adequadas de manejo em milho safrinha. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 339-346, 2001.